

编制单位：衡昇质谱（北京）仪器有限公司

iQuad A 电感耦合等离子体质谱仪是衡昇质谱自主研发的高性能痕量元素分析设备，融合全固态射频技术、六极杆碰撞反应池技术及智能软件控制系统，具备高灵敏度、低检出限、强抗干扰能力及灵活扩展性等核心优势。产品适用于环境监测、水质分析、食品检测、材料科学、地质勘探等多领域的元素定性定量分析、同位素分析及形态价态分析，全面满足实验室超痕量、高精度分析需求。

本设备严格遵循国际先进技术标准，核心部件均采用国产化设计与制造，无境外技术依赖，不受国际政治环境及进出口政策影响，同时具备铀（U）元素测定无授权许可限制，可直接开展相关检测工作，为用户提供稳定、可靠、自主可控的分析解决方案。

二、核心技术参数与性能优势

（一）总体要求

- 双分析架构设计：**采用六极杆碰撞反应池与四极杆质量分析器一体化结构，碰撞反应池负责消除质谱干扰，四极杆实现精准质量筛选，双系统协同工作，大幅提升复杂基质样品的分析准确性。
- 灵活扩展能力：**设备前端配备标准化接口，可无缝升级搭载液相色谱（HPLC）、离子色谱（IC）模块，实现元素形态分析、价态分析等高端应用需求。联用接口采用国际通用标准设计，兼容主流品牌色谱设备，扩展过程无需改动主机核心结构。

（二）进样系统

- 高效雾化器：**采用高纯石英材质高效同心雾化器，雾化效率 $\geq 95\%$ ，气体流量全程连续精准可调，适配不同浓度样品基质，减少样品残留与记忆效应。
- 智能控温雾化室：**低死体积设计（ $\leq 0.5\text{mL}$ ），支持 $-10^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 多档位控温，可根据样品基体特性灵活调节温度参数，有效抑制基体干扰，提升检测稳定性。
- 快插拔炬管：**一体式高纯石英同心炬管，气路快插拔连接设计，更换便捷且密封性强，无需额外工具调试，降低维护复杂度。
- 敞开式进样结构：**采用插入式免校准安装设计，具备自动自我定位功能，安装后无需人工调平，确保进样稳定性与重复性。
- 高精度气路控制：**配备进口高精度气体质量流量计（MFC），精准控制等离子体气、辅助气、载气流量，支持碰撞气、混合气等气路升级，全气路流量连续无极可调，调节精度 $\leq 0.01\text{L}/\text{min}$ 。

（三）等离子系统

- 全固态射频发生器：**采用 27.12MHz 数字固态射频技术，功率范围 $600\sim 1600\text{W}$ ，支持 1W 步进连续可调；功率稳定性 $\pm 0.1\%$ ，频率稳定性 $\pm 0.01\%$ ，确保等离子体长期稳定运行。
- 三维自动调谐：**等离子体位置 X、Y、Z 三维自由度调节，通过配套软件全自动完成定位，调节精度 $\pm 0.01\text{mm}$ ，响应速度快，无需人工干预。
- 二次放电消除技术：**配备专用屏蔽炬，采用虚拟接地技术消除二次放电干扰，适用于高盐、高基体样品分析，提升检测准确性与稳定性。

（四）接口及离子传输系统

- 一体式双锥设计：**接口室采用采样锥 + 截取锥外翻式一体化结构，采样锥口径 $\geq 1.0\text{mm}$ ，截取锥口径 $\geq 0.6\text{mm}$ ，日常维护无需移动点火腔，换锥操作简便高效。
- 免泄真空维护：**活动式接口门结构，维护内部部件时无需释放真空，大幅缩短维护时间，提升仪器使用效率。
- 多模式离子透镜：**离子透镜系统包含提取透镜与偏转透镜，提取透镜支持零电压、负电压、正电压多模式提取；偏转透镜采用双 90° 直角偏转及二次离轴偏转设计，有效阻挡中性粒子与电子进入质量分析器，降低背景干扰。透镜表面采用防污染涂层，可免拆洗直接清洁，维护成本低。

4. **高效离子导向**：配置高效率六极杆离子导向系统，全质量范围（2-260amu）内离子传输效率最优；离子聚焦调谐由软件全自动完成，可升级为碰撞反应池，全面支持碰撞模式、反应模式、KED（动能歧视）模式，灵活应对不同类型干扰。

（五）四极杆质量分析器

1. **高稳定性材质**：采用全金属纯钼（Mo）四极杆，驱动频率 2.0MHz，质量范围 2-260amu，杆体直径≥10mm，长度≥230mm，具备优异的抗污染性与温度稳定性。
2. **高精度性能指标**：质量分辨率 0.4~1.1amu 连续可调，标配标准分辨率模式（<0.8amu）与高分辨率模式（<0.35amu）；扫描速度> 40000amu/s，质量轴稳定性≤±0.025amu / 天，支持自动 / 手动双调谐模式，满足不同精度分析需求。
3. **免维护设计**：全数字四极杆射频发生器，采用实时动态分辨率调整技术，无需控温即可实现长期稳定运行，使用寿命≥8000 小时。

（六）检测系统

1. **双模式检测器**：配备长寿命分列式打拿极电子倍增器，支持脉冲 / 模拟双模式无缝切换，动态线性范围≥9.5 个数量级，可同时满足痕量元素与常量元素检测需求。
2. **智能信号处理**：搭载自主研发用户可调式检测器信号处理技术，支持多档位信号增益、滤波调节，可根据样品浓度灵活设置参数，大幅提升仪器检测稳定性和数据准确性；具备智能电子稀释功能，一次检测中不同元素可任意设置稀释倍数（最大稀释倍数 > 10000），不损失痕量元素灵敏度的同时实现常量元素精准测定，线性相关系数优于 0.9999。

（七）真空系统

1. **高效真空获取**：配备两台独立高转速涡轮分子泵（抽速 > 490L/S）与独立前级机械泵，接口室配备专属独立机械泵，实现大气压到高真空平稳缓降；维护保养后抽真空时间 < 15 分钟，可达到 < 2×10⁻⁷mBar 的真空度，确保离子传输效率与检测灵敏度。
2. **便捷维护设计**：真空腔体采用一体化无导线连接结构，内部部件模块化设计，无外露导线，维护时仅需拆卸模块，操作简单便捷；配备快开式真空阀门，采用卡扣式密封设计，开关便捷且密封性强，无需专业工具操作。
3. **防污染保护**：真空腔采用防污染涂层，有效保护内部部件不受样品残留与环境污染物影响，延长核心部件使用寿命。

（八）关键性能参数

性能指标	技术参数
灵敏度 (cps/ppm)	⁷ Li ≥ 5M; ¹¹⁵ In ≥ 45M; ²³⁸ U ≥ 40M (实测值: ⁷ Li ≥ 12M; ¹¹⁵ In ≥ 60M; ²³⁸ U ≥ 50M)
检出限	⁷ Li ≤ 5ng/L; ¹¹⁵ In ≤ 2ng/L; ²³⁸ U ≤ 2ng/L (实测值: ⁷ Li < 0.15ppt; ¹¹⁵ In < 0.04ppt; ²³⁸ U < 0.04ppt)
氧化物离子产率	CeO ⁺ /Ce ⁺ ≤ 3% (实测值 < 2.0%)
双电荷离子产率	⁷⁰ Ce ²⁺ / ¹⁴⁰ Ce ⁺ ≤ 3% (实测值 < 1.8%)
随机背景	≤ 2cps (220amu) (实测值: m/z 4.5 < 0.8cps)
短期稳定性 (RSD)	≤ 3% (10 μg/L Li/In/U 混合溶液, 20 分钟连续进样, 实测值 < 1.8%)
长期稳定性 (RSD)	≤ 4% (10 μg/L Li/In/U 混合溶液, 4 小时连续进样, 实测值 < 2.8%)

（九）软件系统

1. **全中文操作界面**：配备可视化全中文操作软件，界面简洁易操作，贴合国内用户使用习惯，支持个性化定制化开发服务，可全自动控制仪器主机及所有外接附件，一键联动操作。
2. **安全连锁保护**：搭载多重安全连锁保护系统，具备开机自检、实时监控功能，仪器出现气压、真空、温度等异常时，自动锁定点火功能或立即自动熄火，全方位保护仪器及操作人员安全。
3. **全自动分析流程**：支持一键启动实验程序，涵盖仪器开机 / 关机、炬位自动调整、等离子体参数自动优化、离子透镜 / 检测器参数自动校准等全流程，无需人工干预，提升分析效率。
4. **定制化应用支持**：可根据客户行业 / 实验需求定制专属应用分析包，内置标准方法，软件内一键调用，直接上机检测；支持形态分析、激光联用分析、纳米颗粒分析等拓展应用功能。

5. **数据处理与报告：**软件支持检测数据、谱图实时显示，检测报告实时生成预览；支持海量数据离线处理，配备模块化报告模板，可根据需求自由组合报告模块，支持 PDF/Excel/Word 多格式导出；额外标配 QC 质量控制管理、内标检测功能，软件自动判定数据有效性，符合 GLP/GMP 操作规范。

三、产品配置清单

序号	配置名称	规格型号	数量	备注
1	ICP-MS 主机	iQuad A	1 台	含射频发生器、离子透镜系统、碰撞反应池、四极杆质量分析器、检测器等核心部件
2	进样系统	定制	1 套	含高纯石英雾化器、智能控温雾化室、快插拔炬管、镍采样锥、镍截取锥、质量流量控制器
3	真空系统	定制	1 套	含涡轮分子泵 2 台、前级机械泵 2 台、快开式真空阀门、真空监测装置
4	冷却循环装置	定制	1 台	自动控温，支持软件启停控制
5	专用分析软件	iQuad Analyst V1.0	1 套	全中文界面，含全自动控制、数据处理、报告生成、QC 管理功能
6	配套工作站	定制	1 台	含电脑主机、显示器、打印机，满足仪器运行及数据处理需求
7	标准配件	定制	1 套	含减压阀、气管、水管、网线、电源线、附件工具
8	UPS 系统	定制	1 套	延时≥1 小时，保障突发停电时数据不丢失
9	废气排放系统	定制	1 套	含安装服务，排风量≥1500m ³ /h
10	随机备品备件	定制	1 套	含 Ni 采样锥、Ni 截取锥、石英炬管、泵管、泵油等易损件

四、应用领域

iQuad A 电感耦合等离子体质谱仪凭借其卓越的技术性能，可广泛应用于以下领域：

1. **环境监测：**水质、土壤、大气颗粒物中痕量重金属（如 Pb、Cd、Hg、As）及常规元素分析；
2. **食品安全：**食品原料、成品中污染物、营养元素、添加剂的定性定量分析；
3. **材料科学：**金属材料、半导体材料、高分子材料中杂质元素及主量元素分析；
4. **地质勘探：**岩石、矿石、土壤中稀土元素、贵金属元素及同位素比值分析；
5. **生物医药：**药品、生物样品（血液、尿液、组织）中痕量元素分析，元素形态与价态研究；
6. **核工业领域：**核材料中铀、钍等元素分析（无授权许可限制）。

五、质量与服务保障

1. **质量认证：**产品通过 ISO9001 质量管理体系认证，核心性能指标经第三方权威机构检测合格，提供完整的检测报告。
2. **质保服务：**整机提供 3 年原厂质保期，质保期内免费提供维修、保养及零部件更换服务；质保期外每年提供 2 次免费上门巡访维护，上门维修免人工费、差旅费。
3. **售后服务响应：**提供 7×24 小时技术支持与服务，收到维修要求后 1 小时内响应，2 小时内提供解决方案，需现场解决的 24 小时内到达现场（特殊区域除外）。
4. **备件供应：**国内设有北京、上海、成都、广州四大备件库，质保期结束后所有零部件、备品备件按优惠价供应，设备停止生产后保证 10 年内备品备件供应。
5. **技术培训：**提供现场培训、培训中心集中培训、线上培训等多维度培训服务，确保用户操作人员能独立完成仪器操作、维护及应用方法开发。

六、产品优势总结

1. **性能卓越：**关键指标（灵敏度、检出限、稳定性）优于行业标准，满足超痕量、高精度分析需求；
2. **自主可控：**核心部件全国产化设计制造，无境外技术依赖，不受政治因素影响，U 元素测定无授权限制；
3. **灵活扩展：**支持液相色谱、离子色谱联用，满足形态价态分析等高端应用需求；
4. **操作便捷：**全中文智能软件，全自动分析流程，维护简单，降低操作人员门槛；
5. **服务完善：**全国多地售后服务中心，快速响应机制，充足备件供应，保障仪器长期稳定运行。

免责声明：本技术白皮书所提供的参数均为实验室标准条件下的测试结果，实际使用中可能因样品基质、环境条件等因素存在差异，具体以实际检测数据为准。衡昇质谱保留对产品技术参数的更新权利，如有变更将另行通知。

联系方式：地址：北京市怀柔区雁栖经济开发区乐园南一街 7 号院 7 号楼 1 至 3 层 03-004 电话：010-61438346 全国服务热线：400-100-7866